

## OPTICAL POWER GENERATION PANEL AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

Publication number: JP2002280592

Publication date: 2002-09-27

Inventor: ASAI KOUICHI; MUTO YASUO; SUZUKI KAZUYA;  
SAKAI KAZUTOSHI

Applicant: FUJI MACHINE MFG

Classification:

- International: **H01L31/042; H01L31/042; (IPC1-7): H01L31/042**

- european:

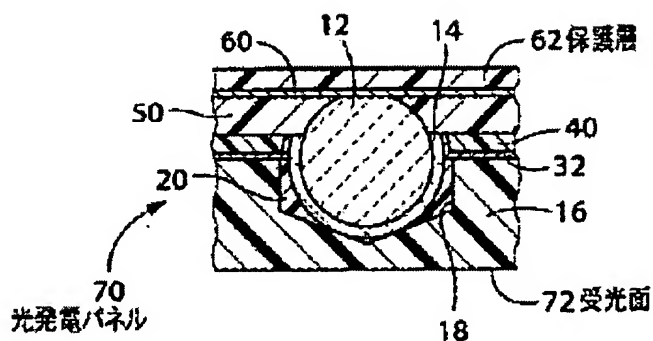
Application number: JP20010388025 20011220

Priority number(s): JP20010388025 20011220; JP20010006543 20010115

Report a data error here

### Abstract of JP2002280592

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the power generation efficiency of an optical power generation panel. **SOLUTION:** A plurality of optical power generation elements 10 are held by a holding plate 16 having light permeability to form an optical power generation element holding member 22. On one side of the optical power generation element holding member 22, a first electrode section 32 and a second electrode section 60 are formed. Since no electrode section is formed on a photo detecting surface 72, the area of the photo detecting surface 72 is not reduced. Consequently, light irradiating the photo detecting surface 72 of the optical power generation panel 70 is effectively used for power generation, increasing the power generation efficiency.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-280592  
(P2002-280592A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 31/042

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

データベース\*(参考)

R 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-388025 (P2001-388025)

(22) 出願日 平成13年12月20日 (2001.12.20)

(31) 優先権主張番号 特願2001-6543 (P2001-6543)

(32) 優先日 平成13年1月15日 (2001.1.15)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000237271

富士機械製造株式会社

愛知県知立市山町茶碓山19番地

(72) 発明者 浅井 鎭一

愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械  
製造株式会社内

(72) 発明者 武藤 康雄

愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械  
製造株式会社内

(74) 代理人 100079669

弁理士 神戸 典和

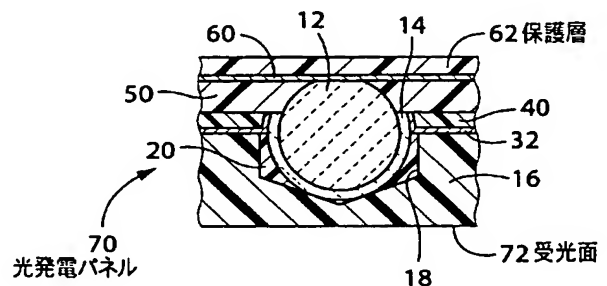
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光発電パネルおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光発電パネルにおいて、発電効率を向上させる。

【解決手段】 光透過性を有する保持板16に多数個の光発電素子10を保持させることによって光発電素子保持部材22が形成される。光発電素子保持部材22の片側に第1電極部32、第2電極部60が形成される。受光面72に電極部が形成されることがないのであり、受光面72の面積が小さくされることがない。光発電パネル70の受光面72に照射された光が有効に光発電素子10の発電に利用されるのであり、発電効率を向上させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】光透過性を有し、P 層と N 層とを有する多数個の光発電素子を保持した板状部材を形成する光発電素子保持板形成工程と、

その光発電素子保持板形成工程において形成された光発電素子保持板の一方の側に、光発電素子の P 層に電気的に接続された第 1 電極部と N 層に電気的に接続された第 2 電極部とを形成する電極部形成工程とを含むことを特徴とする光発電パネルの製造方法。

【請求項 2】P 層と N 層とを有する光発電素子と、その光発電素子と交差する一平面のいずれか一方の側に設けられ、前記光発電素子の P 層に電気的に接続された第 1 電極部および前記 N 層に電気的に接続された第 2 電極部と、前記一平面の他方の側に設けられ、少なくともその一平面とその一平面に平行で、前記光発電素子に接する平面との間の空間を埋める光透過性を有する材料で形成された光透過層とを含むことを特徴とする光発電パネル。

【請求項 3】前記一平面が、前記光発電素子を容積の  $1/2$  より小さい部分と  $1/2$  より大きい部分とに仕切る状態で設定され、前記透明層が、その一平面より光発電素子の  $1/2$  より大きい部分の側に形成されたものである請求項 2 に記載の光発電パネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は光発電パネルおよびその光発電パネルの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】特開平 7-335925 号公報には、(a)核部と殻部とが PN 接合されて形成された光発電素子を有する透明な板状部材と、(b)その板状部材の一方の側に設けられ、殻部と電気的に接続された第 1 電極部と、(c)前記板状部材の他方の側に設けられ、核部と電気的に接続された第 2 電極部とを含む光発電パネルが記載されている。この公報に記載の光発電パネルにおいては、他方の側から光りが照射されるのであるが、他方の側に設けられた第 2 電極部は部分的に設けられている。第 2 電極部を部分的に設けることによって、板状部材への他方の側からの光の照射が阻止されないようにされている。

## 【0003】

【本発明が解決しようとする課題、課題解決手段および効果】しかし、上記公報に記載の光発電パネルにおいては、板状部材の受光面の一部が電極部によって覆われるため、受光面積が減少し、光発電パネルに照射された光を有効に利用することができないという問題があった。そこで、本発明は、光発電パネルに照射された光を有効に利用し得るようにすることを課題として為されたものである。この課題は、光発電パネルを下記各態様の構成のものとすることによって解決される。各態様は、請求

項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、あくまで、本明細書に記載の技術の理解を容易にするためであり、本明細書に記載の技術的特徴およびそれらの組み合わせが以下の各項に限定されると解釈されるべきではない。また、1 つの項に複数の事項が記載されている場合、常に、すべての事項と一緒に採用しなければならないものではなく、一部の事項のみを取り出して採用することも可能である。

10 (1)光透過性を有し、P 層と N 層とを有する多数個の光発電素子を保持した板状部材を形成する光発電素子保持板形成工程と、その光発電素子保持板形成工程において形成された光発電素子保持板の一方の側に、光発電素子の P 層に電気的に接続された第 1 電極部と N 層に電気的に接続された第 2 電極部とを形成する電極部形成工程とを含むことを特徴とする光発電パネルの製造方法（請求項 1）。本項に記載の光発電パネル製造方法によれば、光発電素子を保持する板状部材が形成され、その形成された板状部材の一方の側に P 層に電気的に接続された第 1 電極部と N 層に電気的に接続された第 2 電極部との両方が設けられる。光発電素子保持板の他方の側には第 1 電極部も第 2 電極部も形成されていない。そのため、他方の側の面を受光面とすれば、受光面積が減少することなく、光発電パネルに照射された光を有効に利用することができる。

(2)前記光発電素子保持板形成工程が、光透過性を有する板状部材に光発電素子を保持する光発電素子保持部を形成する保持部形成工程と、その保持部形成工程において形成された光発電素子保持部に光発電素子を保持させる光発電素子保持工程とを含む(1)項に記載の光発電パネル製造方法。光発電素子保持部は、例えば、光発電素子保持板の保持面に形成された凹部とすることができ、凹部は、機械的にドリル等を利用して形成したり、化学反応を利用して形成したりすることができる。光発電素子保持部は、例えば、予め定められた間隔で、規則的に設けられる。隣接する保持部の間隔が大きすぎると光発電素子の密度が小さくなり、小さすぎると個々の光発電素子における発電効率が低くなる。したがって、間隔はこれらを考慮して決定される。光発電素子保持部には、40 接着剤を利用して固定することができる。接着剤は硬化した状態で光透過性を有するものとする。また、嵌合によって固定することもできる。この場合には、保持部としての嵌合穴を光発電素子に対応する大きさより多少小さめの大きさとするのが望ましい。

(3)前記光発電素子保持板形成工程が、光透過性を有する硬化前の材料によって光透過層を形成する光透過層形成工程と、その光透過層形成工程において形成された光透過層に前記光発電素子の少なくとも一部を埋め込む埋込み工程と、その埋込み工程において光発電素子の少なくとも一部が光透過層に埋め込まれた状態で、前記光透

過層を硬化させる硬化工程とを含む(1)項または(2)項に記載の光発電パネル製造方法。本項に記載の光発電パネル製造方法によれば、光透過性を有する光透過層を形成し、その光透過層に光発電素子の少なくとも一部を埋め込み、その後、硬化させることによって、光発電素子保持部材を形成する。硬化前の光透過層は、光発電素子の一部を埋込み可能な形態を成したものであり、換言すれば、光発電素子の一部が埋め込まれた状態を維持可能な形態を成したものである。この場合において、光透過層は、半熔融状態（ゲル状）にある場合が多いが、熔融状態にある場合もある。この光透過層が光発電素子を埋込み可能な状態にあることは、光透過層の粘性や弾性等によって表すことが可能である。なお、光透過層は、作業時、すなわち、埋込み工程が実行される際に、光発電素子の一部を埋込み可能な形態であればよく、光透過層を形成する際には、どのような形態であっても差し支えない。例えば、光透過層を形成する際には粘性が非常に低く、光発電素子の一部が埋め込まれた状態に維持することが不可能な状態であってもよいのである。硬化前の光透過層に光発電素子の少なくとも一部が埋め込まれた状態

で、光透過層を硬化させれば、光透過層に光発電素子を保持させることができる。光発電素子は少なくとも一部が埋め込まれていれば、保持され得る。光発電素子全体が埋め込まれていてもよいが、埋め込まれていない部分があった方が、電極部を形成するのに便利である。

(4) 前記埋め込み工程が、仮保持部材の保持面に多数個の光発電素子を仮に保持させる仮保持工程と、その仮保持工程において前記光発電素子が仮保持させられた仮保持部材を、前記光透過層形成工程において形成された光透過層に前記光発電素子の一部が埋め込まれるまで接近させる接近工程とを含む(3)項に記載の光発電パネル製造方法。本項に記載の製造方法に従えば、仮保持部材の仮保持面に多数個の光発電素子を仮保持させて、多数個の光発電素子が仮保持させられた仮保持部材を光透過層に接近させることによって、光透過層に光発電素子の少なくとも一部を埋め込ませる。光発電素子を光透過層に仮保持部材を利用して埋め込むのであり、直接埋め込むわけではない。光発電素子を、硬化前の光透過層の予め定められた位置に（予め定められた配列で）直接埋め込む場合より、仮保持部材の仮保持面に保持させた後に埋め込む方が容易な場合がある。また、仮保持部材を利用すれば、光透過層から突出する光発電素子の突出量を調節することが可能となる。例えば、光発電素子の突出量は、光発電素子の形状や大きさによらず、一定とすることもできる。仮保持部材を平板状の部材とすれば、作業を容易に行うことができるが、平板状の部材とすることは不可欠ではない。同様に、仮保持面は平面状であっても、曲面状であってもよい。また、光透過層が光硬化性を有する材料で形成されたものであって、仮保持部

材側から光を照射して硬化させる場合には、仮保持部材を光透過性を有するものとするのが望ましい。それに対して、光透過層が熱硬化性を有する材料で形成されたものであって、仮保持部材側から加熱する場合には、熱伝導性が良好なものとすることが望ましい。光透過層を硬化させる場合には、仮保持部材側から加熱したり、光を照射したりする方が容易であることが多い。さらに、板状保持部材に光発電素子を仮接着する際には、粘着シートを使用することができる。光発電素子と接着剤との接着性が光透過層との接着性より低い接着剤を使用することが望ましい。光透過層が硬化されることにより光発電素子が光透過層に保持された後に板状保持部材を取り外す際に、光透過層に保持された光発電素子が剥がれないようにするためである。

(5) 前記接近工程が、前記仮保持部材を前記光透過層に接触させた状態で、前記仮保持部材と前記光透過層とを互いに押し付ける加圧工程を含む(4)項に記載の光発電パネル製造方法。仮保持部材と光透過層とを互いに押し付ければ、光発電素子を光透過層に確実に埋め込むことができる。

(6) 前記光透過層形成工程において、光透過性を有する材料を収容容器に供給することによって、光透過層が形成される(3)項ないし(5)項のいずれか1つに記載の光発電パネル製造方法。光透過層は、熔融状態あるいは半熔融状態にある材料で形成されることが多いため、収容容器を利用すれば、容易に形成することができる。また、収容容器は光透過層を形成するためのものであり、本来、光発電パネルの構成要素ではない。そのため、通常は、光発電素子保持部材が形成された後、あるいは、光発電パネルが形成された後に取り外されるのであるが、光発電パネルの構成要素とすることもできる。収容容器の少なくとも一部が光透過性を有する材料で形成された場合には、その部分については取り外す必要がないのである。光透過性を有する材料で形成された部分については光透過層の一部として考えることができ、光発電パネルの剛性を大きくすることができる。また、取り外す場合においても、光発電パネルが形成された後に取り外されるようにすれば、製造中に光透過層を保護するために利用することができる。さらに、実施形態で説明するように、容器の一部を仮保持部材を接近させる際の接近限度を規定するストップとすることもできる。なお、収容容器は光透過層を形成する際に不可欠のものではない。例えば、光透過層が粘性の高い状態で形成される場合等には不要である。

(7) 前記光発電素子保持板形成工程が、透明性を有する球状保持部材を、予め定められた規則に従って平面状に並べる透明球状部材配列工程と、その透明球状部材配列工程において配列された透明球状部材上に前記光発電素子を保持させる光発電素子保持工程とを含む(1)項に記載の光発電パネル製造方法。透明球状部材は、図25、

26に示すように、三角形の頂点に位置する状態で配置したり、四角形の頂点に位置する状態で配置したりすることができ、それに応じて光発電素子の位置も決まる。図25においては、1つの光発電素子は、3つの球状保持部材に支持されることになり、図26においては、4つの球状保持部材に支持されることになる。この2つの場合を比較すれば、三角形の頂点に配置（最密充填状態）した方が、光発電パネルにおける光発電素子の密度を高くすることができる。このように、球状保持部材を平面状に、すなわち、重ねることなく並べて配置しておけば、それによって、光発電素子の位置が決まる。換言すれば、球状保持部材の大きさや配置状態によって、光発電素子を所望の位置に配置することができる。球状保持部材は、光学セラミックスや光学樹脂等によって製造されたものとするのが望ましい。光発電素子より強度の大きいものとするのが望ましいが不可欠ではない。例えば、球状保持部材に光発電素子を保持させた後に、硬化前の材料を流し込んで硬化させることにより、光発電素子保持板状部材が形成される。この場合の硬化前の材料は、(3)項の光透過層を有する材料より、粘性が低いものとするのが望ましい。

(8)前記仮保持部材が弾性を有する材料によって形成されたものであり、前記仮保持工程が、多数個の光発電素子を保持させた仮保持部材を延伸させて、光発電素子間の隙間を調節する延伸工程を含む(4)項ないし(7)項に記載の光発電パネル製造方法。仮保持部材を延伸させれば、延伸前より光発電素子間の隙間を広げることができる。この場合において延伸倍率を変更すれば、隙間の大きさを変更することができる。例えば、光発電素子を隙間なく並べた状態で仮保持部材に保持させれば、仮保持部材の延伸によって隙間を形成することができる。光発電素子を隙間なく並べることは、一定の隙間を隔てて並べることに比較して容易であることが多く、また、光発電素子の保持密度を向上させることが容易であることが多い。仮保持部材は、1軸方向に延伸させても、互いに交差する2軸方向に延伸させてもよい。互いに直交する2軸方向に延伸させるのが望ましい。

【0004】(9)P層とN層とを有する光発電素子と、その光発電素子と交差する一平面のいずれか一方の側に設けられ、前記光発電素子のP層に電気的に接続された第1電極部および前記N層に電気的に接続された第2電極部と、前記一平面の他方の側に設けられ、少なくともその一平面とその一平面に平行で、前記光発電素子に接する平面との間の空間を埋める光透過性を有する材料で形成された光透過層とを含むことを特徴とする光発電パネル（請求項2）。本項に記載の光発電パネルにおいては、光発電素子を交差する一平面の一方の側に第1、第2電極部が形成され、他方の側に光透過層が形成される。光透過層はその一平面と光発電素子に接する平面との間の空間を埋める光透過性を有する材料で形成され

る。この場合において、光透過層側においては、第1電極部も第2電極部も設けられていない。そのため、光透過層側から光が照射されるようにすれば、受光面積が小さくなるのが回避され、光発電パネルに照射された光を有効に利用することができる。光透過層を形成する材料は、光学セラミックス、光学樹脂等とすることができる。光透過性に優れ、かつ、光によって黄変等しない材料とすることが望ましい。さらに、耐候性、耐薬品性、電気的絶縁性を有し、しかも、ある程度以上の機械的強度を有するものとするのが望ましい。成型性が優れたものとするれば、さらに、望ましい。これらの材料としては、強化ガラス、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリカーボネート樹脂、不飽和ポリエステル等が該当する。光発電素子は光透過層において保持されるため、光透過層を光発電素子の保持層と称することができる、(10)前記一平面が、前記光発電素子を容積の1/2より小さい部分と1/2より大きい部分とに仕切る状態で設定され、前記光透過層が、その一平面より光発電素子の1/2より大きい部分の側に形成されたものである(9)項に記載の光発電パネル（請求項3）。光発電素子のうち光透過層に埋め込まれた部分が多いほど剥がれ難くなる。この観点からすれば、埋め込まれる部分が多いほど望ましいのであり、具体的には、光発電素子の45%、50%、55%、60%、65%、70%以上が埋め込まれるようにすることが望ましい。また、光発電は、P層とN層との接合部分において起きるのであるが、PN接合部の光透過層に埋め込まれた部分において発電が起きる場合には、光透過層に埋め込まれるPN接合部が多いほど望ましい。しかし、PN接合された部分が多い状態と、光発電が有効に行われる状態とは必ずしも一致するとは限らない。光発電に有効な埋め込み状態は、光が照射される方向、光発電素子の形状等によって決まる。照射方向によっては、光発電素子の一部が他の部分の陰になってしまうことがあるのである。光発電素子がほぼ球状を成す場合において50%よりやや多めの部分が光透過層に覆われていれば、光発電素子のいずれの側から光が照射されても、少なくとも半球の部分を発電に利用することが可能となる。さらに、電極部を形成するためには、埋め込まれていない部分がある程度必要である。この意味において、光発電素子の60%、65%、70%、75%、80%以下が埋め込まれるようにすればよい。

(11)前記光透過層が、互いに平行な2平面を有する形状を成したものであり、前記2平面のうちの一方が前記一平面とほぼ平行であり、他方が前記光発電素子に接する平面とほぼ平行である(9)項または(10)項に記載の光発電パネル。光透過層は概して平板状を成したものであるため、光発電パネルの使い勝手がよいという効果がある。また、受光面を平面とすることができるため、受光面における光の散乱を防止することができる。さらに、

光発電パネルへの光の入射角度を調節する場合に便利である。

#### 【0005】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。図1において、10は光発電素子としてのシリコンボールであり、核部に設けられたP層12と殻部に設けられたN層14とを有する。16は光発電素子10を保持する光透過層としての保持板である。シリコンボール10は、例えば、P型のシリコンボールをドーピングすることによって製造される。ドーピングによって殻部にN層が形成されるのである。保持板16の光発電素子10を保持する保持面17に、予め定められた間隔で光発電素子保持部としての凹部18を多数個形成し（光発電素子保持部形成工程）、凹部18の各々に光発電素子10を配置する。凹部18には、接着剤が供給されており、光発電素子10は接着層20により固定される（光発電素子保持部材形成工程または光発電素子固定工程）。光発電素子10と保持板16とによって光発電素子保持部材22としての光発電素子保持板が構成される。

【0006】保持板16は、光透過性、耐薬品性、耐候性、電気的絶縁性、シリコンとの接着性が良好で、ある程度の機械的な強度を有する特性を有する材料で製造することが望ましい。また、黄変等しない材料を選択することが望ましい。例えば、光学セラミックスとしての強化ガラス、光学樹脂としてのアクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリカーボネート樹脂等が該当する。保持板16の凹部18は、光発電素子10を配置するのに最適な間隔で形成される。間隔が狭すぎると個々の光発電素子各々における発電効率が低下し、間隔が広すぎると光発電素子の密度が小さくなって、1つの光発電パネルにおける発電電力が小さくなる。これらを考慮して間隔、すなわち、凹部18の位置が決定されるのであり、光発電素子10の大きさ等に基づいて決定することができる。光発電素子10は、保持板16の凹部18が形成されている位置に配置されるのであり、その意味において、保持板16を配列板と称することができる。また、後述するように、保持板16を経て光発電素子10が光を受光するため、受光板、入光板等と称することもできる。

【0007】接着層20の接着剤（樹脂）は、保持板16と同様な特性を有する材料（同じ材料とすることもできる）を使用することができるが、機械的強度はそれほど必要ではなく、少なくとも光透過性、光発電素子10（シリコン）との接着性、保持板16との接着性がともに良好なものとすることが望ましい。また、塗布性に優れたもの、すなわち、作業環境で半溶融状態（ゲル状）あるは液体状のものとすることが望ましく、熱硬化性の樹脂や光硬化性の樹脂を含むものを使用することが望ましい。光発電素子10を配置した後に、加熱したり、光を照射したりして、光発電素子10を固定させる。具体

的には、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリカーボネート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂等を含む接着剤を使用することができる。いずれにしても、光発電素子10の保持板16に対する位置精度を高くする必要も、光発電素子10自体の寸法精度を高くする必要等も殆どない。そのため、光発電素子保持板22を製造する際に、高い加工精度は不要であり、その分、製造費用を安くすることができる。

【0008】図2に示すように、保護層30を、保持板16の保持面17とは反対側に設け（保護層形成工程）、その後、光発電素子保持板22の保持面17側、すなわち、光発電素子10の保持板16から突出した部分および保持板16の板面を覆う状態で第1電極部32を形成する（電極板形成工程）。保護層30はメッキ液等の付着を防止したり、機械的な傷が付くことを防止したりすることによって、保持板16の光透過性が低下することを防止するために設けられるものであり、市販のマスキングテープ等を使用することができる。マスキングテープ（例えば、半田付着防止テープを使用することができる。半田付着防止テープはソルダーマスキングテープと称することもできる）であれば、剥がすのが容易であり、糊残りが少ない等の利点がある。

【0009】第1電極部32は、本実施形態においては、化学メッキ（無電解メッキ）により形成される。メッキ液としてニッケル合金を含むものが使用され、ニッケル皮膜（導電層）が形成されるのである。なお、導電層は、ニッケル合金に限らず、アルミニウム、コバルト、パラジウム、銅、銀、金、あるいは、これらのうちの少なくとも1つを含む合金で形成することもできる。また、化学メッキによらないで導電層を形成することもできる。化学メッキ以外のCVD（化学的蒸着）、蒸着等のPVD（物理的蒸着）によって形成したり、導電性の材料（例えば、導電性銀ペースト接着剤）を塗布することによって形成したりすることができるのである。さらに、第1電極部32は、1層の導電層から成るものではなく、厚み方向に重ねられた複数の導電層（金属層）を含むものとすることができる。複数の金属層を含むものとすれば、導通安定化を図ることができる。複数の金属層を含む場合には、金属層を形成する金属の種類は、互いに同じものであっても異なってもよい。

【0010】図3に示すように、第1電極部32の保持板16の保持面17に対応する部分に絶縁体層40が形成される（絶縁体層形成工程）。絶縁体層40は、電気的絶縁性を有することが必要であるが、光透過性を有することは不可欠ではない。例えば、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、ポリカーボネート樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ系樹脂等を使用することができる。絶縁体層40は、例えば、これらのゲル状あるいは液体状（溶融状態）の樹脂を刷毛等を利用して塗布した後、光を照射させたり、加熱したりすることによって形成す

ることができる。この場合において、絶縁体層 40 は、第 1 電極部 32 の光発電素子 10 に対応する部分にも形成されてしまうことがあるが、次の、除去工程において、第 1 電極部 32 の除去と併せて除去することができるため、差し支えない。なお、保持板 16 の凹部 18 に対応する部分に開口部が形成されたフィルムを、開口部と光発電素子 10 とを対応させた状態で、光発電素子保持板 22 の第 1 電極部 32 側に被せた後に、加熱あるいは加熱しつつ加圧することによって絶縁体層 40 を形成することができる（熱圧着性皮膜形成工程）。フィルムを、可撓性を有するものや透明性を有するとすれば作業が容易になる。

【0011】図 4 に示すように、第 1 電極部 32 および絶縁体層 40 をサンドブラスト法により機械的に除去する（絶縁体層除去工程、第 1 電極部除去工程）。次に、殻部である N 層 14 をエッチングにより除去して、P 層 12 を露出させる（N 層除去工程）。エッチング液として、フッ酸（HF）と硝酸（HNO<sub>3</sub>）との混酸溶液を使用することができる。

【0012】図 5 に示すように、光発電素子保持板 22 の保持面 17 側に前述の場合と同様に絶縁体層 50 が形成される（絶縁体層形成工程）。絶縁体層 50 により、N 層 14、第 1 電極部 32 を覆うことができる。絶縁体層 50 は絶縁体層 40 と同様な材料を使用して、同様に形成することができる。絶縁体層 50 も光透過性を有するものとする必要はない。図 6 に示すように、絶縁体層 50、P 層 12 の一部をサンドブラスト法等の機械的な方法により削除して、平坦部 54 を形成する（平坦化工程）。平坦部 54 を形成すれば、光発電パネルを平板状のものとすることができ、使いかたを良好にすることができる。また、第 2 電極部 60 の形成が容易になる。なお、絶縁体層 50 が P 層 12 の表面に設けられない場合には絶縁体層 50 が削除されることは不可欠ではない。また、平坦部 54 を設けることは不可欠ではない。

【0013】図 7 に示すように、第 2 電極部 60 を形成する（第 2 電極部形成工程）。本実施形態においては、平坦部 54、絶縁体層 50 の表面全体を覆う状態で、膜状に形成される。第 2 電極部 60 は、第 1 電極部 30 と同様な材料を使って同様な方法で形成することができる。図 8 に示すように、第 2 電極部 60 を保護する保護層 62 を形成する（保護層形成工程）。保護層 62 は、セラミックスや金属で形成しても、樹脂（強化プラスチック）等で形成してもよい。その後、保護層 30 が取り除かれて光発電パネル 70 が形成されるのであるが、保護層 30 が取り除かれることによって露出した面が受光面 72 とされる。

【0014】光発電パネル素子 70 の受光面 72 から光が照射されることにより、光発電素子 10 の P 層 12、N 層 14 との間で発電され、第 1 電極部 32 と第 2 電極部 60 との間を外部抵抗を経て電流が流れる。このよう

に、光発電素子保持板 22 の一方の側に第 1、第 2 電極部 32、60 が形成され、他方の側には電極部が形成されることはない。受光面 72 の面積が電極部によって減少することがなく、照射された光を発電に有効に利用することができる。

【0015】なお、光発電素子保持板 22 を形成する方法は、上記実施形態におけるそれに限らない。例えば、図 9 に示すように、保持板 100 の保持面 102 に形成する光発電素子保持部 104 の形状を光発電素子 10 の形状に対応した形状とすることができる。例えば、光発電素子 10 に加圧力を加え、光発電素子保持部 104 に嵌合することによって、光発電素子保持部材 106 を形成する。この場合の光発電パネルの製造工程を図 9 ないし 15 に示し、製造された光発電パネル 110 を図 16 に示す。なお、光発電素子保持部 104 は、光発電素子 10 に対応する大きさより多少小さいにすることが望ましい。小さめにしておけば、嵌合によって光発電素子 10 を保持板 100 に確実に保持させることができる。それに対して、上記実施形態における場合と同様に接着剤を使用して保持させることもできる。

【0016】また、図 17 に示すように、球状の保持部材を利用して光発電素子保持部材を形成することもできる。光発電素子 10 より多少大きめの光透過性を有する概して球状の保持部材 150 を密接状態で、すなわち、最密充填された状態で、重なることなく配置する（球状保持部材配設工程）。その上に、光発電素子 10 を供給して、ゲル状あるいは熔融状態にある材料を供給して（光発電素子供給工程）硬化させることによって光発電素子保持部材 152 を形成する。本実施形態においては、ゲル状あるいは熔融状態にある材料が硬化させられることによって接着層 156 が形成されるが、接着層 156 も光透過性を有するものである。球状保持部材 150 は、光透過性を有する材料であれば、プラスチックであっても、セラミックス（ガラス等）であっても、金属であってもよい。接着層 156 は、光透過性を有し、球状保持部材 150 と光発電素子 10 との両方と接着性が良好な材料で形成されるようにすることが望ましい。球状保持部材 150 と接着層 156 とを同じ材料で形成すれば、屈折率の差を小さくすることができ、有効である。

【0017】本実施形態においては、球状保持部材 150 は図 25 に示すように、三角形の頂点に位置する状態（最密充填状態）で配設され、光発電素子 10 は、互いに隣接する 3 つの球状保持部材 150 の間に位置することとなる。光発電素子 10 の位置は、球状保持部材 150 の配置状態によって決まる。この場合の製造工程については、図 17 ないし図 23 に示し、形成された光発電パネル 160 を図 24 に示す。このように、本実施形態においては、光発電素子 1 つ 1 つを予め定められた位置に配置する必要がなく、光発電素子 10 の配列を容易に行



うことができる。

【0018】なお、球状の保持部材 150 は、図 25 に示す状態ではなく、図 26 に示す状態に並べることができる。球状保持部材 150 は、正方形の頂点に位置する状態で配設されるのであり、この場合には、4 つの球状保持部材 150 の間に光発電素子 10 が位置することになる。このように、球状保持部材 150 を正方形の頂点に配列した場合と三角形の頂点に配列した場合とを比較すれば、三角形の頂点に配列した場合の方が、光発電素子の密度を高くすることができ、光発電パネルの単位面積あたりの発電量を大きくすることができる。

【0019】さらに、図 27 に示すように、光発電素子を保持する保持層を 2 層構造を成したものとすることができる。剛性を有し、かつ、光透過性を有する板状部材 200 の板面に、光透過性を有する材料であって、硬化前の、作業環境においてゲル状にある材料で樹脂層 202 を形成する（保持層形成工程）。その樹脂層 202 に光発電素子 10 を埋め込み（埋め込み工程）、その後、樹脂層 202 を硬化させて（硬化工程）、光発電素子 10 を保持させる。本実施形態においては、板状部材 200、樹脂層 202 によって光透過層としての保持層 204 が構成され、保持層 204 と光発電素子 10 とによって光発電素子保持部材 206 が形成される。

【0020】本実施形態においては、硬化前の樹脂層 202 に光発電素子 10 を埋め込むようにされているため、保持層 204 に凹部等の光発電素子保持部を形成する必要がない。また、保持層 204 が剛性を有する板状部材 200 を含むため、樹脂層 202 を構成する材料が機械的な剛性を有するものとする必要がなくなり、その分、材料の選択上の自由度を高めることができる。また、光発電素子 10 を、板状部材 200 に当接するまで埋め込めばよく、埋込み量を調節する必要がないという利点もある。この場合の製造工程については、図 27 ないし図 33 に示し、形成された光発電パネル 210 を図 34 に示す。

【0021】なお、板状部材 200 は不可欠ではなく、光透過層としての保持層が樹脂層 202 によって形成されるようにすることもできる。また、上記実施形態においては、光発電素子保持部材 206 を製造する場合に、ゲル状の樹脂層 202 に光発電素子 10 が直接埋め込まれるようにされていたが、仮保持部材を利用して埋め込まれるようにすることができる。仮保持部材の保持面の予め定められた位置に光発電素子 10 を仮保持させた後に、樹脂層に埋め込むのである。この場合の光発電素子保持部材形成工程について、以下、図 35 ないし図 41 に基づいて説明する。

【0022】図 35 に示すように、容器 310 の内部に樹脂を供給して光透過層 312 を形成する（光透過層形成工程）。容器 310 は、底部 314 と枠部 316 とを有するものであり、底部 314 はポリカーボネート製の

ものである。容器 310 に供給される樹脂は硬化前のものであり、本実施形態においては、ゲル状（半溶融状）を成したものである。樹脂は、容器 310 に供給する際にゲル状である必要はなく、溶融状態であっても差し支えない。光発電素子 10 を埋め込む際にゲル状（半溶融状）であればよい。光透過層 312 を形成する材料は、光透過性、耐候性、電気絶縁性、耐薬品性、耐熱性を有し、黄変しないものとするのが望ましい。さらに、成形性が優れたものとするのが望ましく、例えば、熱硬化性あるいは紫外線等の光によって硬化する光硬化性を有するものとするのが望ましい。容器 310 は、後述するように、取り外すため、光透過性を有するものとする必要はない。

【0023】一方、図 36、37 に示すように、仮保持部材としての仮保持板 318 に光発電素子 10 を仮保持させる（仮保持工程）。仮保持板 318 の平板状の仮保持面 322 に接着剤を塗布することによって接着層 324 を設け、そこに、配列板 326 を利用して光発電素子 10 を仮保持させるのであり、光発電素子 10 は接着層 324 によって仮保持面 322 に一時的に保持させられる。

【0024】本実施形態においては、仮保持板 318 は光透過性を有するものであり、ガラス板とされる。ゲル状の光透過層 312 が紫外線等の光によって硬化する光硬化性を有する材料で形成されているため、硬化させる際に、仮保持板 318 側から紫外線または紫外線を含む光が照射される。容器 310 を光透過性を有するものとして、容器側から照射することもできるが、仮保持板 318 側から照射した方が容易である。なお、光透過層 312 が熱硬化性を有するものである場合には、仮保持板を熱伝達性が良好な材料とすることが望ましい。仮保持板 318 を経て光透過層 312 に良好に熱が伝達される。この場合には、仮保持板 318 を光透過性を有するものとする必要はない。なお、仮保持板 318 の仮保持面 322 を平面状とする必要は必ずしもなく、曲面であってもよい。仮保持面 322 の形状は、光発電パネルの形状に応じた形状とすることができる。

【0025】接着層 324 を形成する接着剤は、接着剤と光発電素子 10 との接着性が、光発電素子 10 と光透過層 312 との接着性より低いものとするのが望ましい。後述するように、仮保持板 318 を取り外す際に光発電素子 10 が光透過層 312 から剥がれないようにするためである。配列板 326 には、図に示すように予め多数の開口 336 が形成されており、その開口 336 を経て落下した光発電素子 10 が接着層 324 の（仮保持面 322 の）予め定められた位置に仮接着、すなわち、一時的に保持させられる。

【0026】次に、図 38 に示すように、光透過層 312 に仮保持板 318 を、光発電素子 10 の約 1/2 が光透過層 312 に埋め込まれるまで、加圧しつつ、接近さ

せる（接近工程、加圧工程）。その状態で、図39に示すように、仮保持板318側から紫外線または紫外線を含む光を照射して、光透過層312を硬化させる（硬化工程）。仮保持板318は、仮保持面322が枠部316の端面338に当接するまで、加圧しつつ接近させる。本実施形態においては、図38に示すように、容器310の内部の光透過層312の保持面が、枠部316の端面338より多少下がった高さとしており、仮保持板318の仮保持面322が枠部316の端面338に当接した状態で、仮保持板318に仮保持させられた光発電素子10の1/2より多少多い部分が、光透過層312に埋め込まれる状態となるようにされている。このように、端面338は仮保持板318の接近限度を規定するストップとして機能する。また、端面338に対する光透過層312の保持面339の相対位置を変更することによって、光透過層312に埋め込まれる光発電素子10の量を変更することができる。光発電素子10が球状に近い形状を成したものである場合には、光透過層312に1/2より多少多い程度埋め込まれれば、光透過層312のいずれの方向から光が照射されても、ほぼ1/2の部分を発電に利用することが可能となる。また、1/2より多少多い程度埋め込まれれば、光透過層12から剥がれ難くすることができる。

【0027】その後、仮保持板318および容器310を取り外すことによって（取り外し工程）、図40に示すように、光発電素子保持板340が形成される。なお、上記実施形態においては、容器310が光発電素子保持板340が形成された後に取り外されるようにされていたが、光発電パネルが形成された後に取り外されるようにすることもできる。容器310を光透過層312を保護する保護部材として利用するのである。電極部形成時等に光透過層312に金属が付着したり、製造過程において機械的な傷が付いたりすることを回避することができる。また、容器310を形成する底部314や枠部316は光透過性を有するものであっても光透過性を有しないものであってもよいが、光透過性を有するものとすれば、底部314や枠部316を光透過層312の一部とみなすことができ、底部314、枠部316を外す必要がなくなる。この場合には、その分、光透過層312の剛性を高めることができるのであり、ひいては、光発電素子保持部材340、光発電パネルの剛性を高めることができる。

【0028】さらに、光発電素子保持板が、上記実施形態における場合とは異なる方法で形成される場合について説明する。上記実施形態においては、仮保持板318の接着層324上に、配列板326を利用して光発電素子10が仮保持させられ、それが、硬化前の光透過層312に埋め込まれることによって光発電素子保持板340が形成されるようにされていた。それに対して、本実施形態においては、ゴム等の弾性部材によって形成され

た仮保持板450の仮保持面452の接着層454上に高密度で光発電素子456が仮保持させられ、その後、仮保持板450が互いに直交する2方向に延伸させられることにより、互いに隣接する光発電素子間の隙間が調節された後、光透過層312に埋め込まれることによって光発電素子保持板458が形成される。

【0029】図41、42に示すように、底部460と側部462とを有する容器464の内部に光発電素子10が供給される。例えば、容器464を振動させつつ光発電素子10を供給すれば、容器464の内部に収容された光発電素子10間の隙間を小さくすることができる。一方、図43に示すように、仮保持板450の仮保持面452に接着層454を形成しておく。図44、45に示すように、接着層454を容器464に並べられた光発電素子10に接触させて押圧する。押圧は、例えば、押さえ部材472を利用することができる。この状態において、仮保持板450の仮保持面452が容器460の側部462の上面に当接するため、光発電素子10への押圧力が過大になることが回避される。

【0030】次に、図46に示すように、図示しない2軸延伸装置により仮保持板450が互いに直交する2方向に延伸させられる。仮保持板450が弾性部材によって成形されたものであるため、比較的小さな力で延伸させることができ、それによって、互いに隣接する光発電素子10間に隙間が形成される。延伸倍率を変更すれば、光発電素子10間の隙間の大きさを変更することができる。なお、仮保持板450は引っ張られた状態で保持される。例えば、仮保持板450が2軸延伸装置において保持された状態で外周部に枠部材を嵌め込めば、仮保持部材450の収縮を防止することができる。

【0031】その後、図47、48に示すように、上記実施形態における場合と同様に、光透過層312に仮保持板450が接近させられ、光発電素子10が埋め込まれる。本実施形態においては、仮保持面452がストップ面338に接触した状態で、押圧部材480によって押圧された状態で、紫外線または紫外線を含む光が照射されることによって光発電素子保持板458が形成される。図には押圧部材480側から紫外光が照射される状態が示されているが、押圧部材480が紫外線を通し難いものである場合には容器464側から照射されるようにする。このように、本実施形態によれば、仮保持板450の延伸倍率を変更することによって、互いに隣接する光発電素子10の隙間の大きさ、すなわち、配置を自由に調節することができる。また、仮保持板450に保持される光発電素子10の保持密度を両説することができる。さらに、配列板が利用されないため、光発電素子10の密度を高くすることができ、発電効率を向上させることができる。また、光発電素子10の形状は均一でなくてもよい。本実施形態によれば、形や大きさ等の形状が均一でなくても、光発電素子保持部材における光発

電素子 10 の密度を高くすることができる。なお、本実施形態においては、仮保持板 450 が互いに直交する 2 軸方向に延伸させられたが、90 度とは異なる角度で交差する 2 軸方向に延伸させられるようにすることもできる。また、1 軸方向に延伸させられるだけでもよい。

【0032】さらに、光発電素子は、殻部が P 層で核部が N 層のものとしたり、P 層と N 層との間に I 層が形成されたものとしたりすることができる。また、概して球状のものに限らず、円筒状のものとし、外周側と内周側とで、P 層と N 層とが形成されたものとする事ができる。光発電素子 10 の形状は問わないのであり、P 層と N 層とを含むものであればよい。また、光発電素子の保持層に埋め込まれる部分は 1/2 未満とすることもできる。その他、本発明は「発明が解決しようとする課題、課題解決手段および効果」の欄に記載の態様の他、当業者による知識に基づいて改良を施した態様で実施することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態である光発電パネル製造方法によって光発電パネルが製造される場合の製造工程の一部を示す図である。この光発電パネル製造方法によれば、本発明の一実施形態である光発電パネルが形成される。

【図 2】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 3】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 5】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 6】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 7】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 8】上記光発電パネルの製造方法によって製造された光発電パネルの断面図である。

【図 9】本発明の別の実施形態である光発電パネル製造方法によって光発電パネルが製造される場合の製造工程の一部を示す図である。この光発電パネル製造方法によれば、本発明の一実施形態である光発電パネルが形成される。

【図 10】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 11】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 12】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 13】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 14】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 15】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 16】上記光発電パネルの製造方法によって製造された光発電パネルの断面図である。

【図 17】本発明のさらに別の実施形態である光発電パネル製造方法によって光発電パネルが製造される場合の製造工程の一部を示す図である。この光発電パネル製造方法によれば、本発明の一実施形態である光発電パネルが形成される。

【図 18】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 19】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 20】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 21】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 22】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 23】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 24】上記光発電パネルの製造方法によって製造された光発電パネルの断面図である。

【図 25】上記光発電パネルの光発電素子の配列状態を示す図である。

【図 26】本発明のさらに別の実施形態である光発電パネル製造方法によって形成された光発電パネルの光発電素子の配列状態を示す図である。

【図 27】本発明のさらに別の実施形態である光発電パネル製造方法によって光発電パネルが製造される場合の製造工程の一部を示す図である。この光発電パネル製造方法によれば、本発明の一実施形態である光発電パネルが形成される。

【図 28】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 29】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 30】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 31】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 32】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 33】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 34】上記光発電パネルの製造方法によって製造された光発電パネルの断面図である。

【図 35】本発明の別の実施形態である光発電パネル

製造方法によって光発電パネルが製造される場合の製造工程の一部を示す図である。

【図 3 6】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 3 7】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 3 8】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 3 9】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4 0】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図であり、光発電素子保持部材を示す図である。

【図 4 1】本発明の別の実施形態である光発電パネル製造方法によって光発電パネルが製造される場合の製造工程の一部を示す図である。

【図 4 2】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4 3】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4 4】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4 5】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4 6】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

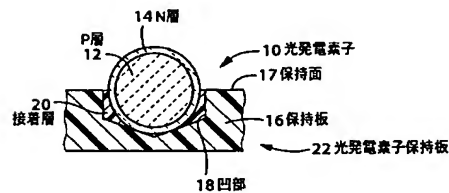
【図 4 7】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図である。

【図 4 8】上記光発電パネルの製造工程の一部を示す図であり、光発電素子保持部材を示す図である。

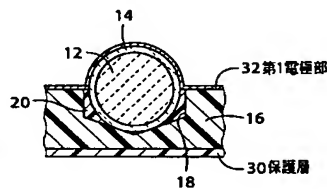
【符号の説明】

- 10 光発電素子  
 16、100、312 保持層  
 22、106、152、206、340、458 光発電素子保持部材  
 32 第1電極部  
 60 第2電極部  
 70、110、160、210 光発電パネル  
 72 受光面  
 150 球状保持部材  
 156 接着層  
 200 板状部材  
 202 樹脂層

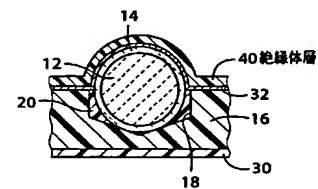
【図 1】



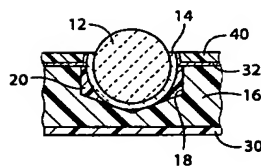
【図 2】



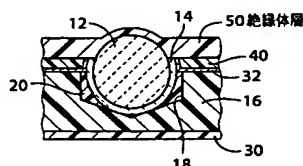
【図 3】



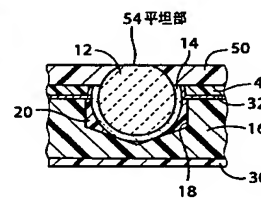
【図 4】



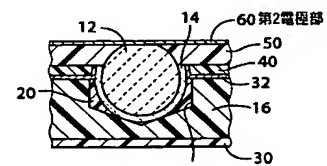
【図 5】



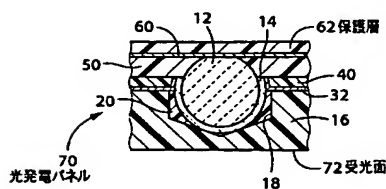
【図 6】



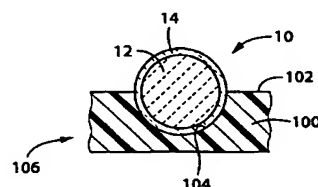
【図 7】



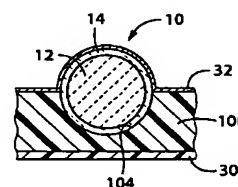
【図 8】



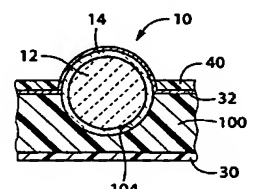
【図 9】



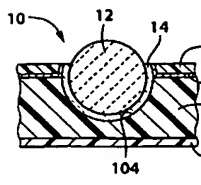
【図 10】



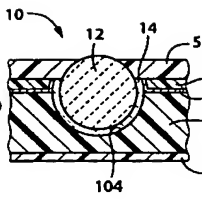
【図 11】



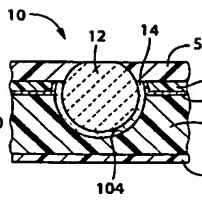
【図12】



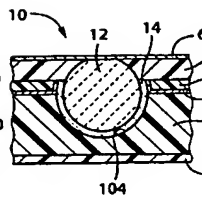
【図13】



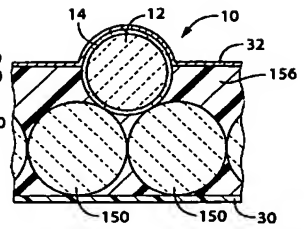
【図14】



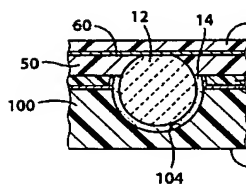
【図15】



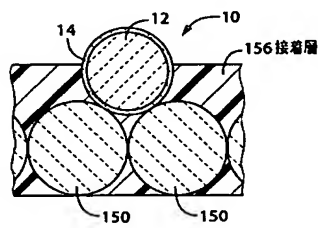
【図18】



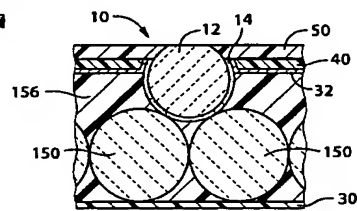
【図16】



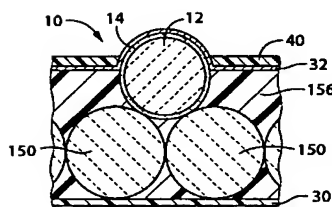
【図17】



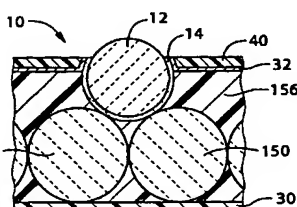
【図22】



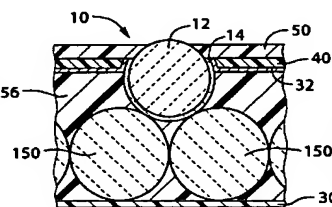
【図19】



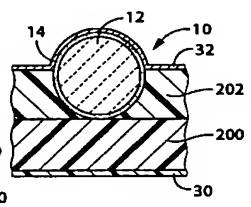
【図20】



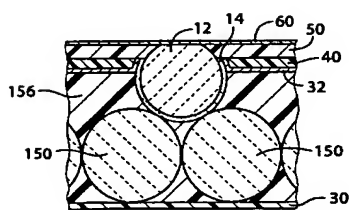
【図21】



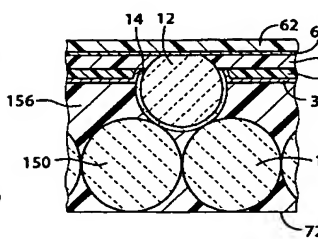
【図28】



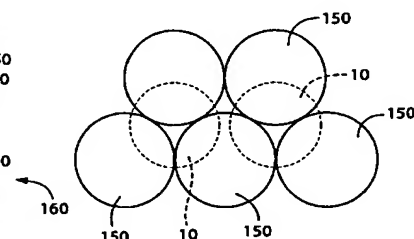
【図23】



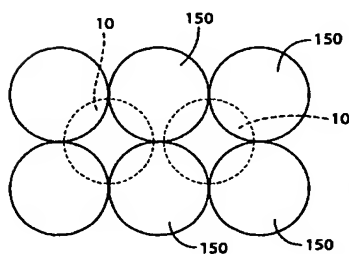
【図24】



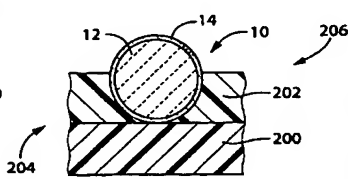
【図25】



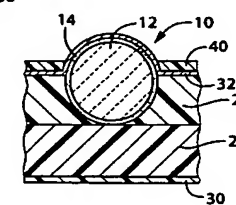
【図26】



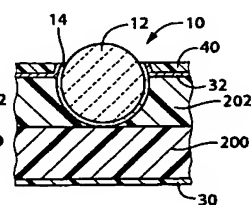
【図27】

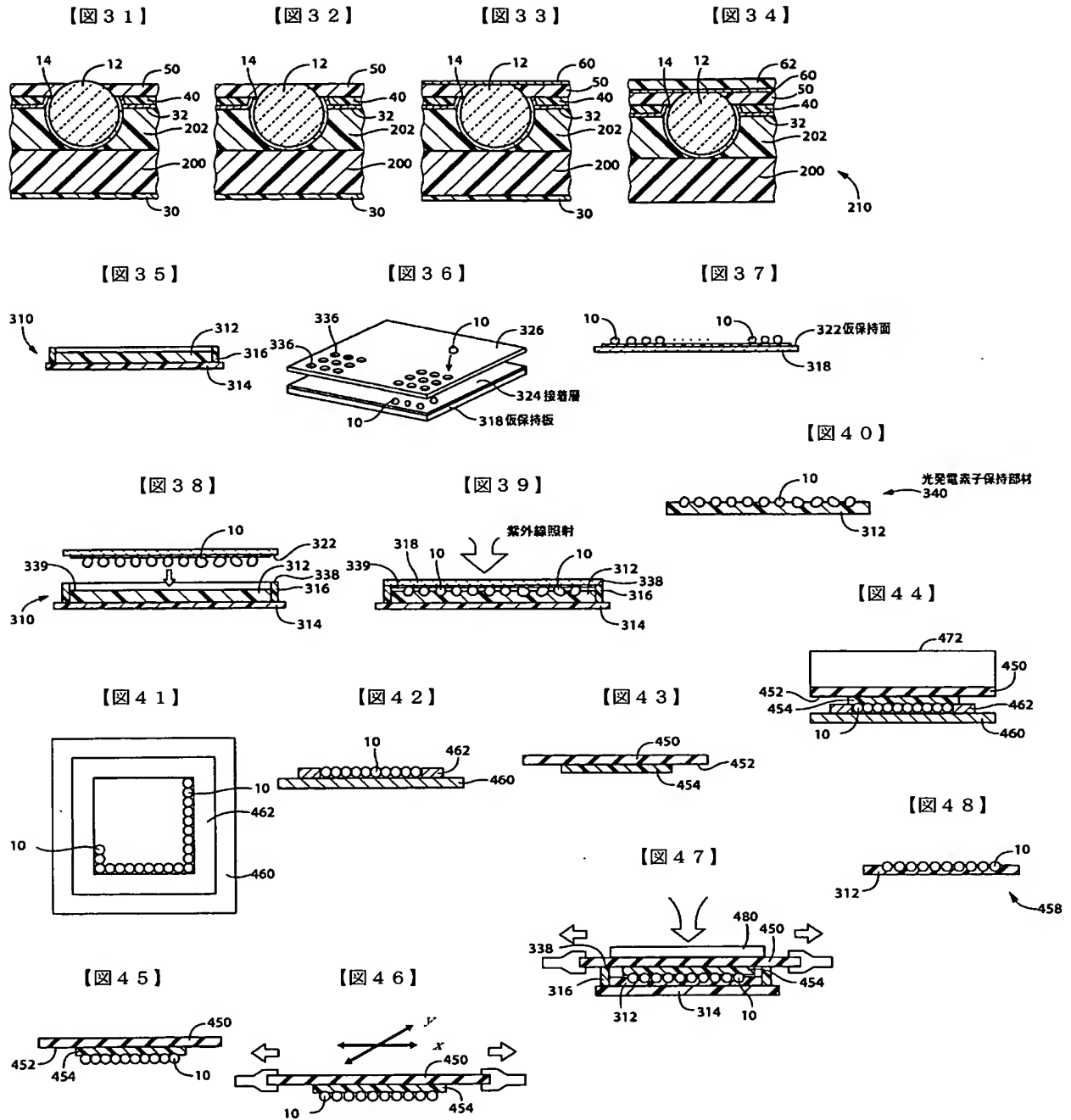


【図29】



【図30】





フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 和也  
愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械  
製造株式会社内

(72)発明者 酒井 一俊  
愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械  
製造株式会社内

F ターム(参考) 5F051 AA04 AA18 BA12 DA03 EA20  
FA18 GA03 GA05 GA20 JA04  
JA09